

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-30130

⑤ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)2月3日

G 02 F 1/31

7246-2K

1/35

7246-2K

3/00

7246-2K

H 04 L 12/48

H 04 Q 3/52

1 0 1 Z

9076-5K

1 0 1 B

9076-5K

7830-5K

H 04 L 11/20

Z

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 光スイッチ

⑮ 特 願 平2-136768

⑯ 出 願 平2(1990)5月25日

⑰ 発 明 者 北 山 研 一 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑱ 発 明 者 福 井 将 樹 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑳ 代 理 人 弁理士 志賀 正武

明 細 書

1. 発明の名称

光スイッチ

2. 特許請求の範囲

光信号に対して通話路の入線・出線の関係を設定し、入線から所望の出線へ該光信号を伝達する光交換技術であって、

非同期に到着する光信号の単位ブロックである情報フィールドとルーティング情報を担うTAGとからなるセルを、TAGのアドレス情報に基づいて自律的に交換する自己ルーティングスイッチにおいて、情報フィールド光の波長と異なるTAG光の波長でアドレス情報を表現し、いわゆる情報実時間ホログラムで構成した光クロスバスイッチにおいて、

情報フィールド光とTAG光とを同時に実時間ホログラムに入射させるとによって、該ホログラムの自己位相整合によって随時回折格子をホログ

ラム内に形成し、TAG光の波長によって設定される所望の出線方向に情報フィールド光を回折すること、情報フィールドを出線に送出して空間的に自己ルーティングを純光学的に行うことを特徴とする光スイッチ。

3. 発明の詳細な説明

「産業上の利用分野」

本発明は通信分野において、光の高速性・広帯域性を利用して光のままに交換する光交換技術の中で、特に高速・非同期の信号を通信網の各スイッチングノードにおいて、自律分散的に交換する光ATM交換に関する。

「従来の技術」

自己ルーティングスイッチの一般的な構成を第1図に示す。この自己ルーティングスイッチは、TAGを基にセルを所望の出線に交換する第1スイッチ部(1st SW)と、出線毎に各入線からの情報の衝突を回避するためのバッファ部(2nd SW)とから成っている。第1スイッチ部はスイッチノードを多段に接続して構成される。また、第2図はス

スイッチノードを3段に接続した場合の構成である。

従来は、電気信号のセルを電気的に自己ルーティングする方式が提案されていたが、最近より新しい技術として注目されているのが光ATM交換であり、これはスイッチノードをTAG光で駆動し、光のセルを交換することによって高速化を図ろうとするものである。

以下にその代表的な方法を説明する。第3図にはその動作原理を示す。 λ_0 の波長で入線されたセルは、各段のノードにおける出線を決める波長群 $\lambda_x \cdot \lambda_y \cdot \lambda_z$ (TAG)を多量される。1段目のノードでは λ_x により出線が、また2段目のノードでは λ_y により出線が、さらに3段目のノードでは λ_z により出線がそれぞれ決められる。

第4図には第1スイッチ部の光スイッチノードの構成を示す。TAG波長 λ_x の光だけをセルから分離する波長フィルタ1、セル λ_0 とTAG($\lambda_y \cdot \lambda_z$)を所望の出線に切り換える光スイッチ2、光スイッチを駆動する駆動回路3、TAG λ_x が光スイッチの駆動回路の所定の入力を駆動するよう

に選択する波長フィルタ4、波長フィルタ4の透過光を電気信号に変換するO/E部5から構成されている。

第5図には光スイッチ2の構造を示す。

本例は入出力 $m \times n$ の場合であり、(a) $m \times n$ のマトリクススイッチを用いる方法、(b) $1 \times n$ スイッチを m 個並列に配列した構造とがある。このスイッチは通常 2×2 の方向性結合器を多段に組み合わせて構成でき、同一基盤上に光導波路で構成する光IC型が考えられる。スイッチングは導波路の結合部の光学的性質(例えば、複屈折)を電圧を印加することによって変化させることによって行える。

「発明が解決しようとする課題」

上述した従来の光ATM交換では、入線数 \times 出線数の光スイッチの点数は製作上の困難さから高々10程度に制限されているため、交換すべき通話路数の増加に伴い自己ルーティングモジュールを構成する光スイッチの接続段数を増やさねばならない。そのため、ハードウェアの構成が複雑に

なるばかりでなく、接続段数の増加によって光損失も増加するので、取り扱える通話路には限界があった。さらに、TAG光を一旦電気信号に変換して、電気的に光スイッチを駆動する方法であったので、スイッチ速度はO/E部の受光素子の応答速度に制限され、十分な高速化は期待できないのが実状であった。高速化を実現するためにはTAG光を光のまま利用してスイッチノードを切り換える全光型スイッチノードが必要となるが、現状では未だ実現されたという報告はない。

本発明は、上記の如く悩んでなされたもので、その目的とするところは、光通信網において、通信メディアを光の高速性・広帯域性を利用して光のままで、極めて多数の高速・非同期の光信号を自己ルーティング交換し、音声、画像、データ等の低速から高速まで幅広い速度の多くの様々な通信メディアを統合的に扱える光通信網を実現することにある。

「課題を解決するための手段」

上記の目的を達成するため、本発明の光スイッ

チは、交換先の通話路を指定する情報をTAG光の波長で表現し、光スイッチとして実時間プログラム型の光クロスバスイッチを用い、自己ルーティングの方法としてTAG光の波長によって情報フィールド光の回折方向を光学的に制御し、これによって情報フィールド光の通話路の設定を自律的に行う手段を提供するものである。

「作用」

本発明の光スイッチでは、光通信網を介して高速・非同期で伝送されてくるセルを、実時間プログラムを用いて純光学的に自己ルーティング交換する。

「実施例」

以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。第6図は本発明の1実施例に関する、光自己ルーティングスイッチの構成および機能を示す概念図である。

この第6図において、符号6は入線の通話路列①～⑥、7は実時間プログラム、8は分岐器、9は出線の通話路列①～⑥、10はセル光、11は

TAG光、12は情報フィールド光である。セル光は第7図に示すように、波長 λ_i ($i=1, 2, \dots$)のTAG光と波長 λ_0 の情報フィールド光を合波した光パルスである。入線の通話路①のセル光は、8の分波器によってTAG光とセル光に分離され、それぞれ異なる方向から実時間ホログラムに入射する。

例えば、入線①、②へのTAG光波長をそれぞれ λ_1 、 λ_2 とすると、通話路①の情報フィールド光は出線②の方向に回折され、一方、通話路②の情報フィールド光は出線①の方向に回折される。本クロスバスイッチの例は 2×2 の場合であるが、一般的な $N \times M$ の拡張は容易である。

第8図は自己位相整合に基づく実時間ホログラムの回折の原理を示している。 k は波長ベクトルであり、入線の情報フィールド光、TAG光、出線の情報フィールド光の波動ベクトル、回折格子にはそれぞれ i_n 、TAG、out、 g の添字を付している。一般に体積ホログラムにおいては、情報フィールド光の回折方向は、入線の情報フィ

ールド光と出線の情報フィールド光の波動ベクトルによって形成される回折格子の波動ベクトルが、TAG光の波動ベクトルとその回折光の波動ベクトルによって形成される回折格子の波動ベクトルと一致するように、自律的しかも一意的に定められる。これは2波混合における自己位相整合として、波動光学の分野では公知の現象である。

一般にホログラムは回折格子が2波の干渉縞をホログラム媒体の屈折率の変調として記録するものであるが、実時間ホログラムはこの回折格子を随時消去し、再び記録することが可能であり、通話路を随時変更する必要がある光スイッチへの応用には適している。実時間ホログラムの媒体には、光屈折効果を有する強誘電体結晶や常誘電体結晶、不純物ドーパあるいはE12等の格子欠陥のある化合物半導体が使用可能であるが、特に自己ポンプの4波混合の効果が大きい結晶が適しており、現状では種々の結晶が入手可能である。

光スイッチに要求されるスイッチング速度について述べる。通信網で転送されるデータ長は、デ

ータの場合の4KBから高精細画像の6MBまでかなり幅があり、伝送速度を1Gb/sとすればスイッチング速度は40 μ s \sim 6ms、将来的な10Gb/sの高速伝送を想定すると4 μ s \sim 0.6msとなる。上記の光屈折結晶の応答速度は μ s \sim sまで種類によって異なるが、将来的な高速伝送においても十分に適用可能であるといえる。

次にスイッチ素子数を見積もる。一結晶で実現できるスイッチ数は、ホログラムの解像度で制限される。解像度以下では隣接ホログラム間で漏話が生じる。スイッチ数の増加、即ちホログラムの多重記録数の増大は、回折効率の低下を招く。現状で入手可能な 5mm 立方角の結晶を用いた体積ホログラムにおいて、解像度を20本/ mm とすると 10^3 個のスイッチが得られるので、実用的にも十分な規模の $10^3 \times 10^3$ の光クロスバスイッチが実現できる。

「発明の効果」

以上説明したように本発明によれば、光通信網において、光信号として伝達されてくる極めて多

数の高速・非同期の通信メディアを、光のままに自己ルーティング交換することが可能である。また光クロスバスイッチであるから非閉塞であり、複数の入線から同時に同一の出線への呼がない限り、既に設定されている他の通話路を変更することなくこの新しい呼を、単位ユニット時間内に処理することが可能である。さらに、TAG光を一旦電気信号に変換して、電気的に光スイッチを駆動するという従来の方法と異なり、スイッチ速度がO/E部の応答速度に制限されないため、十分な高速化が期待できる。また、大規模化が図れるので、従来のスイッチノードを多段に接続する自己ルーティングスイッチに比べ大幅にハードウェアを簡略化できる。

したがって、音声、画像、データ等の低速から高速までの幅広い速度の多くの様々な通信メディアを統合的に扱う、将来的なATM伝達方式に適した光交換方式である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は自己ルーティングスイッチの一般的な

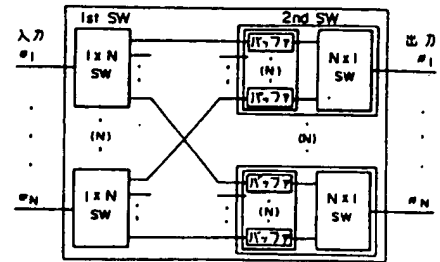
構成を示す図、第2図は3段のスイッチノードの構成を示す図、第3図は従来提案されている光自己ルーティングスイッチの動作原理図、第4図は第1スイッチ部の光スイッチノードの構成を示す図、第5図は光スイッチ2の構造を示す図であって、本例は入出力 $m \times n$ の場合であり、(a) $m \times n$ のマトリクススイッチを用いる方法、(b) $1 \times n$ スイッチを m 個並列に配置した構造とがある。第6図は本発明の1実施例に関する、光自己ルーティング交換方式の構成と動作を示す概念図、第7図はセル光パルスを示す図、第8図は自己位相整合に基づく実時間ホログラムの回折の原理図である。

6……入線の通話路列①～②、7……実時間ホログラム、8……分波器、9……出線の通話路列①～②、10……セル光、11……TAG光、12……情報フィールド光。

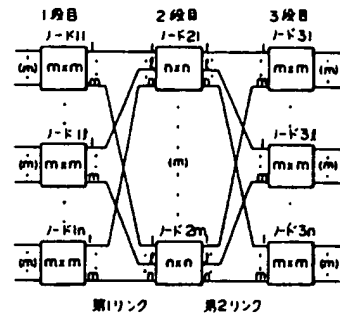
出願人 日本電信電話株式会社

代理人 弁理士 志賀正

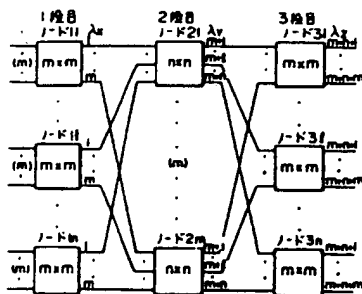
第1図



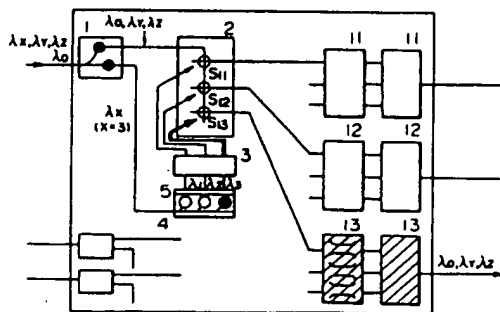
第2図



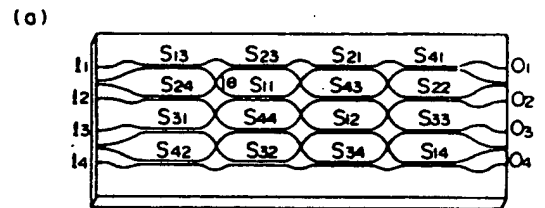
第3図



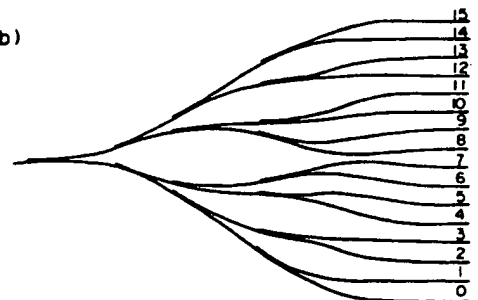
第4図



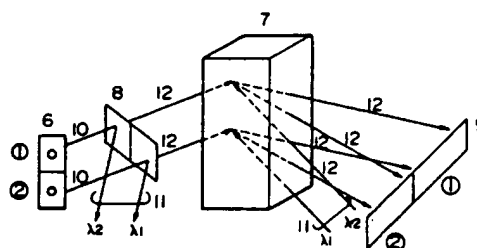
第5図



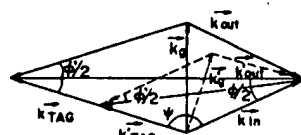
(b)



第6図



第7図

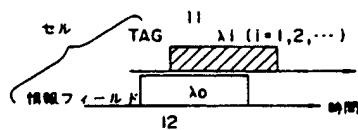


$$k_{TAG} = 2\pi/\lambda_1$$

$$k'_{TAG} = 2\pi/\lambda_2$$

$$(\lambda_1 < \lambda_2)$$

第8図



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-030130

(43)Date of publication of application : 03.02.1992

(51)Int.Cl.

G02F 1/31

G02F 1/35

G02F 3/00

H04L 12/48

H04Q 3/52

(21)Application number : 02-136768

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>

(22)Date of filing : 25.05.1990

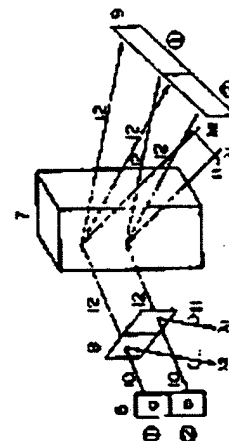
(72)Inventor : KITAYAMA KENICHI
FUKUI MASAKI

(54) OPTICAL SWITCH

(57)Abstract:

PURPOSE: To realize an optical communication network to handle synthetically the communication media of the wide range of speed by self-routing-exchanging a cell transmitted asynchronously at high speed through the optical communication network purely optically by using a real time hologram.

CONSTITUTION: Cell light is a multiplexed optical pulse of the TAG light of wavelength λ_i ($i=1,2,\dots$) and the information field light of the wavelength λ_0 . The cell light of the channel 1 of an incoming line is separated into the TAG light and the cell light by a branching filter 8, and each of them is made incident to the real time hologram 7 respectively from a different direction. For instance, providing that the TAG light wavelength to the incoming lines 1, 2 are made λ_2, λ_1 respectively, the information field light of the channel 1 is diffracted to the direction of an outgoing line 2, and on the other hand, the information field light of the channel 2 is diffracted to the direction of the outgoing line 1. This example of a crossbar switch is for the case of 2×2 , but it can be easily expanded for the general case of $N \times M$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office